Aus der Abteilung für Zahn- und Kieferersatz (Leiter: Professor Dr. K. Greve)
des Zahnärztlichen Institutes der Universität Breslau (Direktor: Professor Dr. Euler)

Technische und klinische Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Palliag-Legierungen in der prothetischen Zahnheilkunde.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
bei der Hohen Medizinischen Fakultät der
Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität
zu Breslau

vorgelegt von Oskar Karl Johannes Schröter

Breslau 1933.

Druck: Herm. Zimmer & Comp., Breslau, Burgstr. 2-3

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

I. Referent: Professor Dr. Greve
II. Referent: Professor Dr. Euler

Meinen Eltern.

Der Gedanke, das Gold in der Zahnheilkunde durch ein anderes Metall zu ersetzen, ist keineswegs neu. Seit längerer Zeit sind immer wieder Versuche gemacht worden, ein Metall, besser gesagt, eine Legierung zu finden, die mit dem gleichen Erfolg wie das Gold verwandt werden kann. Es unterliegt keinem Zweifel, daß ein vollwertiger Ersatz für Gold und seine Legierungen bisher nicht gefunden ist und auch kaum gefunden werden wird, denn seine hervorragenden Eigenschaften als Edelmetall lassen bezüglich seiner Verwendungs- und Verarbeitungsfähigkeit für zahnärztliche Zwecke außer der Farbe nichts zu wünschen übrig. Es entsteht damit die Frage, ob es überhaupt einen Sinn hat, nach einem „Golderſatz" zu suchen. Das kann jedoch unbedenklich bejaht werden. Allein aus volkswirtschaftlichen Gründen ist es vorteilhaft, wenn das vorhandene Gold anderen Zwecken dienstbar gemacht werden kann. Ebenso ist es vom sozialen Standpunkte aus wünschenswert, auch unbemittelten Patienten hochwertigen Zahnersatz, dessen Herstellung an Metall gebunden ist, verschaffen zu können. Daraus ergibt sich aber, daß es mit dem gefundenen Metall möglich sein muß, einen der Goldprothese gleichwertigen Ersatz dem Patienten billiger zu vermitteln.

Die Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt hat eine Legierung hergestellt, die das besprochene Ziel erreichen soll und unter dem Namen Palliag im Handel ist. Als Hauptbestandteile sind in ihr Silber und Palladium enthalten. Um der verschiedenen Verwendnng und der entsprechenden verschiedenartigen Bearbeitung gerecht zu werden, hat man zwei Arten von Palliag hergestellt, A und B, bei denen sich die Härte von A zu B steigert. Eine dritte Art, Palliag C, härter als B und ebenso wie B für Gußzwecke geschaffen, ist inzwischen von der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt fallen gelassen worden, da sie sich als ungeeignet für zahnärztliche Zwecke erwiesen hat. Die Legierungen bestehen aus 60—80 Teilen Silber und 40—20 Teilen Palladium. Diesen Legierungen werden zur Beeinflussung des Schmelzpunktes und der mechanischen Eigenschaften geringe Mengen Zinn, Zink, Cadmium, Mangan, Platin und Antimon zugesetzt.

Vor der Beantwortung der Frage, ob Palliag sich tatsächlich als eine für zahnärztliche Zwecke geeignete Legierung erwiesen hat, mag erwähnt werden, daß ich an von mir angestellten Versuchen und für Patienten angefertigten Arbeiten Erfahrungen gesammelt habe und diese der weiteren Besprechung zugrunde lege.

Um zu einem abschließenden Urteil zu gelangen, muß auf die einzelnen Anforderungen eingegangen werden, die an eine im Munde des Patienten verwendbare Legierung zu stellen sind. Grundlegende Bedeutung kommt dabei der Frage nach der „Bearbeitungsfähigkeit" von Palliag zu, da ein günstiges Ergebnis hierin die Voraussetzung für seine Verwendungsfähigkeit überhaupt sein wird.

Palliag A, dessen Schmelzintervall zwischen 1125 und 1040° C liegt, ist als 0.25 mm starkes Blech im Handel und eignet sich vornehmlich zur Herstellung von Kronenringen. Trotzdem es den geringsten Härtegrad besitzt, ist dieser sowie die Elastizität doch zu groß, um nicht der Verarbeitung, wie dem Biegen und Anpassen des Kronenringes an den Stumpf gewisse Hindernisse entgegen zu setzen. Die Härte des Metalles erklärt sich ohne weiteres, wenn man die Härtegrade der Komponenten auf die Mohs'sche Härteskala bezogen vergleicht, nach der Zinn ebenso wie Blei mit 1,5, Silber wie Gold mit 2,5, Palladium aber mit 4.8 bezeichnet ist, und wenn man bedenkt, daß die Festigkeitswerte eines Metalles durch Hinzufügen eines anderen im allgemeinen gesteigert werden. Härte und Elastizität lassen sich jedoch bequem beseitigen, da durch ein- oder mehrfaches Ausglühen und darauffolgendes Abschrecken bei heller Rotglut in Wasser oder Spiritus ein sehr hoher Grad von Geschmeidigkeit erzielt wird. Sobald der Kronenring diesem Verfahren unterworfen ist, läßt er sich ohne Mühe einwandfrei adaptieren. Auch ein eventuell notwendiges Erweitern des Ringes mit der Peesozange ist dann leicht durchzuführen. Unterläßt man das Weichglühen, so werden außer der Schwierigkeit des Anpassens sich noch andere einstellen. Im Gefolge der der Legierung innewohnenden Härte treten bei der Kaltbearbeitung Spannungen auf, die bei ihrer Auslösung sehr häufig zu einem Reißen des Ringes führen. Selbstverständlich schädigen langdauernde Erhitzung und Überhitzung das Material. — Es ist noch darauf hinzuweisen, daß man sich hüten muß, das Löten und Glühen in der leuchtenden Flamme, also bei ungenügender Luftzufuhr oder in dem inneren Kegel der nichtleuchtenden Flamme vorzunehmen. Das Metall wird dabei nämlich rissig und spröde. Ich habe weiterhin die Erfahrung gemacht, daß gelötete Ringe, vorher weichgeglüht,

einen Teil ihrer Geschmeidigkeit durch den Lötprozeß wieder verlieren und daß durch erneutes Weichglühen die Haltbarkeit der Lotstelle starke Einbuße erleidet. Es empfiehlt sich daher, nahtlos gezogene Kronenringe zu verwenden, womit man am besten der Gefahr des nachträglichen Lösens der Lotnaht begegnet. Palliag A ist gut hämmerbar und walzbar. Auch das Stanzen bereitet keine Schwierigkeiten, vorausgesetzt, daß genügend weichgeglüht wird.

Zum Gießen jeder Art von Gußstücken eignet sich Palliag B, dessen Schmelzintervall zwischen 1100 und 1030° C liegt. Aber auch Palliag A ist trotz seines höheren Schmelzpunktes durchaus zum Gusse verwendbar. Im allgemeinen ist dieser Modifikation jedoch die vorher besprochene Verwendung zugedacht und zu empfehlen. Wenn wir den Ausführungen Schoenbeck's folgen, so wird die Qualität eines Gusses von mehreren Faktoren abhängen und zwar zunächst von den Eigenschaften der die Legierung bildenden Komponenten und der Art ihrer Zusammensetzung. Palliag besteht in der Hauptsache aus Silber und Palladium. Beide sind Edelmetalle und damit geeignet, den Anforderungen zu genügen, die die zahnärztliche Technik an einen Guß stellen muß. Was aber die Art der Zusammensetzung der Legierung anbetrifft, so treten nach dem Zustandsdiagramm von Ruer reines Silber und reines Palladium zu einem Lösungsprodukt zusammen, das aus homogenen Mischkristallen besteht. Damit wäre eine gleichmäßige Zusammensetzung des Gusses gegeben. Ich betonte, daß sich das Zustandsdiagramm Ruer's mit einer reinen Silber-Palladium-Legierung befaßt. Bei Palliag sind aber Zusätze vorhanden, die die Homogenität der Legierung in Frage stellen. Zustandsdiagramme liegen von den Palliaglegierungen nicht vor. Dafür zeigen von der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt hergestellte Schliffe umso einwandfreier, wie die Verhältnisse hier liegen. Palliag A ist eine völlig homogene Legierung, bestehend aus einer Reihe von lückenlosen Mischkristallen. Bei Palliag B ist es selbst für den erfahrenen Metallurgen schwer zu sagen, ob völlige Homogenität vorliegt. Die Grenzen der einzelnen Metalle erscheinen etwas verwischt, sodaß sich nicht entscheiden läßt, ob es sich um geringe Beimengungen eines heterogenen Stoffes handelt, oder ob die Grenzen nur besonders stark angeätzt sind. Praktisch, d. h. für die Qualität des Gusses ist diese Tatsache ohne Bedeutung, so daß man auch bei Palliag B mit großer Berechtigung noch von einer homogenen Legierung sprechen kann. Palliag C, dies sei nur kurz erwähnt, ist, wie das Schliffbild zeigt, ein durchaus heterogenes Gefüge, bestehend aus Kristallen und Eutektikum. Dieser

Umstand als Grund und die sich daraus ergebenden Folgen als Anlaß haben dazu geführt, daß die Legierung nicht mehr hergestellt wird.

Ein weiterer bedeutungsvoller Faktor ist die Viskosität oder Zähigkeit der Schmelze. Palliag gibt eine zum Gießen sehr geeignete dünnflüssige Schmelze, die nichts zu wünschen übrig läßt. Kleinste und feinste Räume der Gußform fließen stets aus, vorausgesetzt, daß sowohl Gußform wie Schmelze ausreichend erhitzt sind. Eine Einschränkung ist allerdings auch hier zu machen. Handelt es sich z. B. darum, einen Kronendeckel auf einen in der Gußform enthaltenen Kronenring zu gießen, so fließen die feinen Übergänge des Deckels in den Ring, die in der Form nur als sehr enge Zwischenräume vorhanden sind, nicht aus. Dasselbe ist der Fall, wenn es sich darum handelt, in Wachs sehr dünn modellierte gegossene Kappen für Bandstiftkronen herzustellen, bei denen die Schmelze auf eine in der Gußform enthaltene Platinfolie fließt, die dem Stumpf anrotiert, einen exakten Sitz der Kappe gewährleistet. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß das in der Gußform enthaltene Metall trotz ausreichenden Erhitzens gerade noch eine solche Temperatur besitzt, die ausreicht, um die Schmelze vor ihrem Eindringen in die feinen Räume zum Erstarren zu bringen. Durch stärkeres Erhitzen würde man vielleicht dieses Übel beseitigen, dafür aber ein neues heraufbeschwören, nämlich eine Schädigung des in der Form enthaltenen Kronenringes, wie wir später noch sehen werden. Man hilft sich daher damit, daß man solche Stellen, wie die hier angeführten Übergänge an einer Krone oder die gesamte Kappe einer Bandstiftkrone etwas stärker modelliert. Die Schmelze fließt dann sicher und wunschgemäß. Durch nachträgliches geringes Beschleifen und Ausarbeiten ist das Zuviel leicht zu korrigieren.

Die Qualität eines Gußstückes kann außerdem beeinträchtigt werden durch Seigerungserscheinungen. Ebenso wie bei den sonst in der zahnärztlichen Technik gebräuchlichen Legierungen ist bei Palliag schnelles Abkühlen, d. h. Abschrecken in kaltem Wasser zu vermeiden. Schnelles Abkühlen erhöht zwar die Festigkeit des Gußstückes, da dadurch zahlreiche Kristallisationskeime geschaffen werden mit kleinem Gefüge, während umgekehrt langsame Abkühlung bei weit weniger Keimen ein entsprechend größeres Korn mit geringeren Festigkeitswerten entstehen läßt. Was aber bezüglich der Güte des Gusses von für uns ausschlaggebender Bedeutung ist, das ist die Homogenität des Gusses. Die Abkühlungsgeschwindigkeit hat nicht nur auf die Korngröße, sondern auch auf die Zusammensetzung des einzelnen

Kornes Einfluß. Legierungen, welche Mischkristalle bilden, haben bei schneller Abkühlung keine ausreichende Möglichkeit für eine Diffusion zwischen den sich ausscheidenden Kristallen und der Schmelze. Kristalle von verschiedener Konzentration scheiden sich ab, es entsteht ein heterogenes Gefüge. Dieser Vorgang ist unter dem Namen Seigerung bekannt. Um ihn zu vermeiden ist es nötig, diesen Legierungen genügend lange Zeit zum Ausgleich zu lassen, d. h. ein Abschrecken in kaltem Wasser zu vermeiden. Diese Erwägungen sind für die Behandlung des Palliaggusses aus folgendem Grunde von außerordentlicher Wichtigkeit. Ist Seigerung eingetreten, so werden nach Schoenbeck „durch Speichelzutritt zwischen den verschiedenen Konzentrationen Spannungsdifferenzen auftreten, d. h. es kommt zu Korrosionserscheinungen, die sich durch Verfärbung gegossener Prothesen bemerkbar machen". Da bei Palliagprothesen Verfärbungen immer wieder zu bemerken sind, und alles daran gelegen ist, Farbbeständigkeit zu erzielen, spielt die erörterte Frage und der dabei gefundene Schluß, jedes schnelle Abkühlen des Gusses zu vermeiden, eine so wichtige Rolle.

Weiter hängt die Qualität eines Gußstückes von Volumenänderung während der Erstarrung, von Lunkerbildung und Schwindung ab. Selbst bei Verzicht auf Vorkehrungsmaßnahmen, wie die Anbringung eines verlorenen Kopfes oder die Vergrößerung des Gußstückes um eines für die Aufnahme des Lunker vorgesehenen Teiles, habe ich Lunkerbildung nicht ein einziges Mal beobachtet und damit auch keine Schwindung von praktischer Bedeutung. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich beobachtete Porenbildung auf Schwindung zurückzuführen ist. Wahrscheinlich ist jedoch die dem Silber wie dem Palladium innewohnende hohe Adsorptionsfähigkeit für Gase ein Grund hierfür, die den Guß insofern erschwert, als im Moment der Erstarrung der Legierung die Gase frei werden und Porenbildung verursachen. Palladium ist imstande, größere Mengen Wasserstoff aufzunehmen, während Silber ebenfalls im geschmolzenen Zustande Sauerstoff adsorbiert. Das Spratzen des Silbers ist eine bekannte Erscheinung. Ein weiterer Grund für auftretende Porenbildung ist darin zu suchen, daß Luft in der Form zurückbleibt. Die poröse Einbettungsmasse kann die eingeschlossene Luft ableiten, wenn sie genügend heiß ist. Erstarrt aber die Legierung an der Formwandung zuerst, daß sie den noch flüssigen Kern einschließt, so kann die Luft auf dem Wege durch die Einbettungsmasse nicht mehr entweichen und Poren treten auf. Ich habe, analog dieser Tatsache, die Erfahrung gemacht, daß Gußstücke, deren Oberfläche ich, ohne sie abzutragen, polierte, keine

Poren aufwiesen. Sobald ich jedoch eine gewisse Schicht durch Schleifen oder Feilen entfernt hatte, kamen, natürlich nicht an allen, Poren zum Vorschein. Demnach ist durch ausreichendes Erhitzen der Form dem vorzeitigen Erstarren der Schmelze an der Formwandung vorzubeugen. Außerdem ist kräftiges Schleudern angezeigt, da auch hierdurch eine schnelle Luftentleerung herbeigeführt wird.

Man hüte sich jedoch, und damit komme ich zum Kapitel „Festigkeit", vor überreichlichem Erhitzen, besonders dann, wenn in der Gußform ein Kronenring aus Blech vorhanden ist. Es geschieht nämlich leicht, daß dieser Kronenring dabei verflüssigt wird. Er erstarrt zwar wieder, hat aber an Festigkeit eingebüßt. Zu erklären ist diese Tatsache damit, daß ein Guß, d. h. eine erstarrte „Schmelze" ein weit größeres Kristallgefüge aufweist und damit geringere Festigkeit als durch Walzen hergestelltes Blech, das bei seiner geringen Stärke seine große Festigkeit einem sehr kleinem Kristallsystem zu verdanken hat. Das verflüssigte Blech würde aber wieder erstarrt nichts anderes darstellen als eine erstarrte Schmelze. Die mangelnde Festigkeit macht sich dadurch bemerkbar, daß der Ring spröde geworden ist und leicht reißt. Ich stütze mich hierbei auf folgende Erfahrung. An einer Krone beobachtete ich, daß deren Ring nach dem Gießen des Deckels, besonders auffällig wurde es bei der Politur, feine Risse und Sprünge aufwies. Da ich diese für oberflächlich hielt, suchte ich sie durch vermehrtes Polieren zu beseitigen. Sie kamen nur um so deutlicher und zahlreicher zum Vorschein, je mehr ich die oberen Schichten entfernte, mit anderen Worten, je dünner der Ring wurde. Ich ließ das Polieren mit Filzkegel und Bimsstein und gab der Krone Hochglanzpolitur. Die feinen Striche wurden unsichtbarer. Nachdem ich nun die Krone unter Druck auf den Stumpf gesetzt – sie lag vorschriftsmäßig aber nicht übertrieben straff an – und wieder entfernt hatte, zeigte es sich, daß der Ring nicht nur an einer, sondern an mehreren Stellen gerissen war und daß sich an anderen Stellen die vorher erwähnten feinen Striche als „durchgehende" deutliche Sprünge und Risse erwiesen. Bei der Überlegung, wo der Grund zu dieser Erscheinung liegen könnte, kam ich darauf, daß es nur an zu reichlichem Erhitzen liegen konnte. Ich hatte nämlich zum Gießen Palliag B in Blechform verwandt und zwar in sehr großen Stücken, die über den Gußkegel und damit über die Muffel hinausragten. Beim Schmelzen legten sich Blechstücke an den Muffelrand so fest an, daß sie sich kaum entfernen ließen. Ich mußte sehr lange und ausgiebig erhitzen, bis sich das Metall von der Muffel löste und im Gußkegel zusammenfloß. Nur dabei konnte

ich dem Ring durch überhitzen geschadet haben. Ich machte darauf die Probe, erhitzte eine Muffel, in der ein Ring aus Palliag A eingebettet war, übertrieben lange, wie vorher im Muffelofen und mit der Gebläseflamme und kam zu demselben Resultat. Der Ring erwies sich als ebenso spröde und bot dem Zerreißen keinen Widerstand. Die Ringe konnten nur durch das überreichliche Erhitzen und nur dadurch, daß sie verflüssigt wurden, in diesem Umfange geschädigt worden sein. Eine andere Erklärung ist nicht möglich. Sie wiesen, da sie nur eine geringe Stärke, die des normalen Bleches besaßen, wieder erstarrt, keine ausreichende Festigkeit mehr auf. Die Erklärung dafür gab ich schon oben. Hieraus ergibt sich eine weitere wichtige Einschränkung in der Verwendung von Palliag. Es ist nämlich unmöglich, analog den obengenannten Erfahrungen, Palliagkronen nach dem Cadmiumverfahren herzustellen. Auch hierbei würde selbstverständlich der Ring, da er gegossen wäre, völlig ungenügende Festigkeitswerte aufweisen. Aus diesen Tatsachen ergibt sich nicht etwa, daß jeder Palliagguß rissig und spröde ist, sondern nur, daß er in nicht zu geringer Stärke hergestellt werden darf. Genaue Forderungen, nach mm angegeben, lassen sich schwer aufstellen, da die Größe der Belastung bei den einzelnen Prothesen und selbst an verschiedenen Stellen einer Prothese eine verschiedene ist. Wie wichtig die Forderung ist, daß Palliaggüsse eine gewisse Stärke aufweisen müssen, will ich mit einem weiteren Beispiel aus meiner Erfahrung belegen. Bei einer neungliedrigen Brücke für den Oberkiefer waren die vier Schneidezähne durch Brückenglieder zu ersetzen. Da sehr starker Deckbiß vorlag — die unteren Schneidezähne erreichten fast die Gaumenschleimhaut — mußten die Palliagrücken der Glieder außerordentlich dünn gehalten werden, um eine Bißsperrung zu vermeiden. Während des Arbeitsganges, die Facetten waren einzementiert und ich war im Begriff, die Krampons zu vernieten, weshalb ich die Brücke hauptsächlich an den Enden gefaßt, aber auch in der Mitte abgestützt, in einer Hand hielt, bog ich die Enden aneinander. Ich betone ausdrücklich, daß ich keinesfalls übertrieben, schon deshalb, um ein Biegen zu vermeiden, zugefaßt habe. Beim Aufbiegen brach die Brücke an der Biegungsstelle in zwei Teile mitten durch den Rücken des einen mittleren Schneidezahn ersetzenden Gliedes, nicht etwa zwischen zwei Gliedern. Alle vier Glieder waren zusammen in einem Guß hergestellt. Die Bruchstelle erwies sich als bröcklig und grobkörnig. Ein scharfer Druck lag nicht vor. Dieses Aussehen der Bruchstelle veranschaulichte in vortrefflicher Weise die Tatsache, daß ein Guß ein grobkörniges Kristallgefüge aufweist, und damit geringere Festig-

keit als ein durch Walzen hergestelltes Blech mit kleinerem Gefüge, wie ich das oben ausführte. Die Folge, auch das betone ich nochmals, ist die Forderung, Palliaggüsse nicht in zu geringer Stärke herzustellen, besonders dann, wenn wie bei der erwähnten Brücke größere Ausdehnung des Werkstückes vorliegt. In ausreichender, keineswegs nur in übertriebener Stärke sind Palliagstücke von durchaus ausreichender Festigkeit und geben zu Befürchtungen keinen Grund. Verglichen mit Gold, muß nach all dem gesagt werden, daß Palliag, was die Festigkeitswerte anbetrifft, ihm nicht gleichkommt. Ein Goldguß weist auch in sehr dünnen Schichten noch ausreichende Drucksicherheit auf, Palliag aber nicht. Damit müssen auch in dickeren Schichten die Festigkeitswerte von Palliag denen des Goldes nachstehen. Dieser Umstand hat aber nur rein theoretisches Interesse. Praktisch ist er ohne jede Bedeutung. Den Belastungen, denen Palliag als Prothesenmaterial ausgesetzt ist, hält es in normaler Stärke ausgezeichnet Stand. Gewisse Beschränkungen ergeben sich aus vorstehenden Betrachtungen über die „Festigkeitswerte" aber in den „Verwendungsmöglichkeiten" von Palliag gegenüber den Goldlegierungen. Eine dieser Beschränkungen ist schon erwähnt worden, nämlich die Unmöglichkeit, Palliagkronen nach dem Cadmiumverfahren herzustellen. Gegossene Kappen für Bandstiftkronen fallen nicht unter dieses Kapitel, wie wir bei den Ausführungen über die Viskosität von Palliag gesehen haben. Hier sind so dünne Schichten, wie sie ein Kronenring bedingt, nicht notwendig. Außerdem bietet die Platinfolie als Basis eine gewisse Verstärkung, sodaß gegossene Palliagkappen an Festigkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Eine zweite Beschränkung in der Verwendbarkeit liegt aber überall da vor, wo die topographischen Verhältnisse einer Prothese sehr dünne Schichten notwendig machen. Gelegentlich würde das z. B. durch Bißerhöhung zu beheben sein. Die vermehrte Arbeit aber und der Mehrverbrauch an Material würde dann den durch Verwendung von Palliag zu erreichenden Gewinn nicht nur aufheben, sondern sogar in das Gegenteil umkehren.

Eine Kontraktion von praktischer Bedeutung ist bei Palliaggüssen nicht feststellbar. Alle angefertigten Arbeiten zeichneten sich durch einwandfreien Sitz aus. Selbst bei ausgedehnteren Gußstücken, wie mehreren in einem Guß hergestellten Brückengliedern, konnten keinerlei auf Kontraktion zurückzuführende Unregelmäßigkeiten beobachtet werden.

Das Absäuren von Gußstücken und Lotstellen kann in zehnprozentiger Salz- oder Schwefelsäure unbeschadet vorgenommen werden, während Salpetersäure ätzt und nicht verwandt werden darf. Ein

Absäuern von geglühtem Palliag ist nicht notwendig, da es nicht sichtbar oxydiert, sondern seine weiße Farbe beibehält.

Zum Löten hat die Degussa drei Arten von Lot angegeben, die Weißgoldlote DWL 801 als Hauptlot und DWL 800 zum Nachlöten und zur Reparatur, die Blaßgoldlote DWL 765/52 als Hauptlot und DBL 765/25 als Reparaturlot und schließlich neuerdings sämtliche Dentalgoldlote. Schoenbeck stellt für ein brauchbares Lot folgende Forderungen auf. Zunächst soll ein Lot möglichst die gleiche Zusammensetzung aufweisen wie das Werkstück. Trotz dieser Forderung lassen sich die genannten Lote mit Erfolg verwenden. Die mechanischen Eigenschaften sollen denen des Werkstückes gleichen. In Hinsicht darauf entstehen beim Gebrauch der Lote auch keine Mängel. Die Farbe des Lotes soll sich der des Werkstückes angleichen. Hierzu ist zu sagen, daß nur die Weißgoldlote mit der weißen Farbe der Palliaglegierungen und zwar völlig übereinstimmen, im Gegensatz zu den Blaßgoldloten und mehr noch zu den übrigen ausgesprochenen Goldloten. Warum trotzdem den Blaßgoldloten und Goldloten der Vorzug zu geben ist, ergibt sich aus der vierten und wichtigsten Forderung, wonach das Lot mit dem Werkstück Lösungsvorgänge eingehen muß. Die Weißgoldlote lösen sich nur schwer in Palliag, d. h. sie dringen nur schwer und unvollkommen in sein Gefüge ein. Das Hauptlot fließt nur schwer und verbleibt häufig als Klumpen einer Stelle aufsitzend trotz ausreichendem Erhitzen. Bei wiederholtem Lötvorgang leiden Lot und Werkstück, welches außerdem leicht verschmoren kann. Das Reparaturweißgoldlot fließt zwar außerordentlich leicht, kann aber wegen seiner geringen Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit nur zu gelegentlichen Reparaturen dienen. Die Blaßgoldlote ebenso wie die übrigen Goldlote, von denen die letztgenannten am meisten befriedigen, kommen der Forderung nach Löslichkeit und Diffusion in ungleich vollkommenerem Maße nach. Außerdem fließen sie nach Wunsch. Aus der besseren Diffusion ergibt sich eine bessere Haltbarkeit. Leider macht sich bei diesen Loten die gelbe Farbe störend bemerkbar, zumal sie beim Tragen des Werkstückes immer deutlicher hervortritt. Lotstellen, die bei geöffnetem Munde nicht sichtbar sind, geben jedoch keine Veranlassung, auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen. Bei sichtbaren Stellen des Werkstückes wird aber der Gebrauch der Weißgoldlote nicht zu umgehen sein.

Als Löt- und Flußmittel eignet sich wie bei Gold Borax.

Auf Korrosionserscheinungen gehe ich nur kurz ein, da sie Gegenstand einer besonderen Arbeit sind und nur soweit, als es sich dabei um das Tragen von Prothesen im Munde handelt. Es sei nochmals erwähnt, daß im Munde verwendbare Legierungen

aus homogenen Mischkristallen bestehen müssen. Daß das für Palliag A unbestritten, für Palliag B mit größter Wahrscheinlichkeit zutrifft, wissen wir. Wir hatten bei den Ausführungen über den Guß gesehen, daß im Gefolge von Seigerung Korrosionserscheinungen auftreten. Weiterhin ist aber auch die Bearbeitung des Materials nicht ohne Einfluß darauf, d. h. außer der Wärmebehandlung die Gestaltung der Oberfläche. Korrosionserscheinungen von größeren Ausmaßen treten bei Palliagersatzstücken nicht auf. Bei den von den Patienten getragenen Kronen ließ sich im Durchschnitt ein Gewichtsverlust von 0,2% nach Ablauf von 3 Monaten feststellen, sodaß von einer Auflösung des Metalles im Munde nicht die Rede sein kann. Der gefundene Gewichtsverlust ist außerdem mit größter Wahrscheinlichkeit auf Kosten der Abkauung zu setzen. Was an Korrosionserscheinungen bei Palliag auftritt sind Verfärbungen. Daß sich diese am häufigsten bei der heterogenen Legierung C bemerkbar gemacht haben, ist der Anlaß, weshalb man diese Modifikation fallen gelassen hat. Wenn oben gesagt war, daß Korrosionserscheinungen unter anderem von der Gestaltung der Oberfläche abhängen, so gilt das für die Verfärbungen in weitestem Maße. Der Rat Lewald's, wonach Palliagwerkstücke nicht auf Hochglanz zu polieren, sondern besser halbmatt zu lassen sind, ist nicht anzuerkennen. Als Begründung führt er an, daß die angenehme gelblich-weiße Farbe der Legierung in halbmattem Zustande am besten zur Geltung komme. Dazu ist zu sagen, daß es keineswegs störend wirkt, wenn die Ersatzstücke auf Hochglanz poliert sind. Wir pflegen dasselbe bei Gold zu tun, ohne daß dadurch die Auffälligkeit wesentlich vermehrt würde. Palliag ist an sich durch seine weiße Farbe schon weit weniger auffällig als Gold und darum ist nicht einzusehen, warum man hier Hochglanzpolitur vermeiden sollte, wenn diese Maßnahme nicht wesentliche Vorteile bieten würde. Es kommt aber ein Umstand hinzu, der Hochglanzpolitur geradezu fordert. Das ist der Schutz gegen Verfärbungen des Metalles. Anfangs habe ich mich nach der Vorschrift Lewald's gerichtet und die Stücke halbmatt den Patienten eingesetzt. Ich mußte feststellen, daß sich alle etwa einen Tag unverfärbt hielten, am zweiten leicht nachgedunkelt erschienen, bis sie am dritten bis vierten Tage eine gleichmäßige schwärzliche Farbe aufwiesen, die sich in der Folge noch verstärkte. Nachdem ich die Stücke aus dem Munde entfernt und bis zu vollendetem Hochglanz poliert hatte, hielten sie sich im Munde unverfärbt. Einige, die bei weiterem Tragen wiederum besonders an den der natürlichen und künstlichen Reinigung schwer zugänglichen Stellen nachdunkelten, hielten sich, sobald sie abermals einer gründlichen Politur unterworfen wurden. Außerdem ergibt sich

die eminent wichtige Forderung, daß mehrmaliges gründliches Polieren den besten Schutz gegen Verfärbung darstellt.

Es entsteht hier die Frage, womit man Hochglanzpolitur erzeugen soll. Es genügt nicht, mit Bürste und feinster Schlemmkreide zu polieren. Selbst die feinste und weichste Bürste hinterläßt in der Oberfläche Rillen, die schon geeignet sind, Verfärbungen Vorschub zu leisten. Am gebräuchlichsten zur Erzeugung von Hochglanzpolitur ist Eisenoxyd, das unter dem Namen Polierrot, Englisch- oder Pariserrot im Handel ist. Ich habe jedoch gefunden, daß sich bei Palliag die beste Hochglanzpolitur mit Chromoxyd herbeiführen läßt, die eine solche mit Pariserrot weit übertrifft und damit tatsächlich eine ungleich höhere Sicherheit gegen Verfärbung gewährleistet. Unter Zuhilfenahme des mit Chromoxyd beschickten Wollrades wird wie bei Pariserrot die Politur durchgeführt. Dieses Chromoxyd ist unter dem Namen „Poliergrün" der Firma Schurig & Meerwart, Plauen i. V., im Handel.

Schwierigkeiten ergeben sich bei der Politur komplizierterer Arbeiten, wie Brücken, bei denen Winkel vorhanden sind, die sich nur schwer auf Hochglanz polieren lassen. Dadurch, daß man die einzelnen Teile vor dem Zusammenlöten schon ausreichend poliert und dadurch, daß man mit dem Polierrad nicht zu erreichende Winkel und Ecken mit Läppchen poliert, die ebenfalls mit Poliergrün beschickt sind, läßt sich dem begegnen. Aus dem Gesagten ergibt sich, wie große Sorgfalt auf die Politur von Palliagprothesen zu legen ist. Daß Palliag mit seiner weißen Farbe kosmetischen Belangen in ungleich höherem Maße nachkommt als Gold, bedarf kaum der Erwähnung.

Natürlich hat sich ergeben, daß auch den Mundverhältnissen und der Mundpflege ein Einfluß auf die Farbbeständigkeit zukommt, selbstverständlich in höherem Maße, als daß bei Gold der Fall ist. Bei Patienten, die auf gründliche Reinigung ihrer Mundhöhle und Zahnreihen Wert legen, war ich stets überrascht, wie tadellos unverfärbt sich die Ersatzstücke hielten, während ich bei unsauberen Patienten trotz häufigen und sorgfältigsten Polierens völlige Farbbeständigkeit nicht erzielen konnte.

Über das Verhalten der Schleimhäute ist nicht mehr zu sagen, als daß ich in keinem Falle pathologische Veränderungen bemerken konnte. Das Zahnfleisch ebenso wie die Schleimhaut verhielten sich stets normal. Ebenso hat keiner der Patienten Metallgeschmack bei sich beobachtet.

Wenn ich nun das Ergebnis meiner Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Palliaglegierungen in der prothetischen Zahnheilkunde klarlege, so muß ich eingangs betonen, daß es nicht möglich ist, es in einer einzigen Antwort zusammenzufassen. Es

ist zu vielseitig. Ich will daher im einzelnen vorgehen und mit der Verwendungsfähigkeit in technischer Beziehung anfangen. Aus meinen Einzelausführungen geht hervor, daß Palliag sich ganz allgemein in einer Weise verarbeiten läßt, die die technischen Verrichtungen nicht erschwert. Gewisse Vorsichtsmaßregeln und kleine Verrichtungen, die eine Mehrarbeit gegenüber der Verarbeitung der Goldlegierung ausmachen, sind nicht als Erschwernisse zu bewerten. Dieser Schluß ist der wichtigste und die Voraussetzung für alles andere. Es wird dadurch nicht zunichte gemacht, daß gewisse Beschränkungen vorliegen, wie die Härte und Elastizität des Bleches, die erst durch Weichglühen zu beseitigen ist, die Forderung, unter Luftzufuhr zu glühen, um Sprödigkeit zu vermeiden, das erschwerte „Angießen" der Schmelze in feine Räume der Gußform, das etwas schwierigere Löten und das unbedingt notwendige vermehrte Polieren. Der in der Verarbeitung von Palliag Geübte wird in diesen Dingen keine Schwierigkeiten sehen. Wichtiger und von weittragenderer Bedeutung sind die Beschränkungen in der Anwendbarkeit von Palliag, die von der ungenügenden Festigkeit in dünnen Schichten ausgehen. Hier ist einer der wesentlichsten Punkte, die deutlich zeigen, daß auch mit Palliag noch kein „vollkommener" Goldersatz geschaffen ist. Wenn auch die Tatsache, daß sich aus Palliag keine haltbare Krone nach dem Cadmiumringverfahren herstellen läßt, recht unwesentlich ist, weil dieses Verfahren keineswegs das ist, das uns dem Idealerfolg am nächsten bringt, so wiegt umso schwerer der tiefere Grund hierfür, nämlich die ungenügende Festigkeit in dünnen Schichten bei Güssen. Diese Eigenschaft schließt die Verwendung von Palliag in allen Fällen aus, in denen Prothesen der topographischen Verhältnisse wegen nur in dünnem Gusse angefertigt werden können. Der einzige Ausweg, das erwähnte ich schon früher, wäre der, durch ausgedehnte Bißerhöhungen, falls es sich um Prothesen handelt, die nicht von vornherein den ganzen Kiefer einbeziehen, räumlich günstigere Bedingungen zu schaffen. Der größere Materialverbrauch, die Mehrarbeit und der Mehraufwand an Zeit würden dann aber jede Ersparnis durch Verwendung von Palliag illusorisch machen. Ein weiterer Faktor, der Palliag noch nicht völlig an Gold heranreichen läßt, ist die Farbbeständigkeit. Ich kann nicht verschweigen, daß in dem mit größter Sorgfalt durchzuführenden und wiederholtem Polieren doch ein gutes Stück Mehrarbeit liegt. Allerdings muß hier auch gesagt werden, daß diese Mehrarbeit nur dann praktisch an Bedeutung gewinnt, wenn häufig Palliagprothesen angefertigt werden. Es ist unbedingt ratsam, Palliagersatzstücke nicht sofort beim ersten Einsetzen im Munde des Patienten mit Dauerbindemittel, also mit Zement, zu befestigen, sondern sie

zunächst mit einem provisorischen Mittel zu fixieren. Man wird, wenn wirklich Wert auf Farbbeständigkeit gelegt wird, um mehrmaliges, mindestens zweimaliges Polieren nicht herumkommen. Das ist ein Umstand, der durchaus geeignet ist, den „vielbeschäftigten“ Zahnarzt von der Verwendung von Palliag abzuhalten. Braucht jedoch Zeit und Mühe nicht gescheut werden, so entbehrt dieser Umstand jeder grundsätzlichen Bedeutung. Bei genügender Sorgfalt und bei ausreichender Mundpflege von Seiten des Patienten fällt daher dieser Nachteil, der geringeren Farbbeständigkeit gegenüber Gold nicht gar so bedeutend in die Wagschale. Feststeht, daß sich in vielen Fällen sogar unbedingte Farbbeständigkeit erzielen läßt, daß sich eine einzelne Krone oder ein einzelner Stiftzahn mit Rücksicht darauf besser polieren lassen als eine Brücke oder sonstige ausgedehntere Prothese, begrenzt die Verwendung von Palliag auch in gewissem Umfange im Hinblick auf die Art des Ersatzes. Auch hierin muß ein Nachteil Gold gegenüber erblickt werden. Umso dankbarer ist dafür aber wieder die Anfertigung von Palliag-Einzelstücken.

Nach diesen Betrachtungen ist es, um weitere Gesichtspunkte für das Endergebnis zusammenzutragen, von Wichtigkeit, andere Golderſatzmetalle zum Vergleich und zur Bewertung heranzuziehen. In der Praxis findet man heute noch vielfach die Messinglegierungen, die unter dem Namen Randolf, Kosmos, Helios, Wiegold, usw. bekannt sind. — Hauptsächlich spielten diese Legierungen in der Zeit des Goldmangels eine Rolle. Als Prothesenmaterial sind sie von der wissenschaftlichen Zahnheilkunde längst abgelehnt und zwar deshalb, weil sie sich durch ihren Kupfer- und Bleigehalt nicht als völlig ungefährlich für den Organismus erwiesen haben, also auch nicht als korrosionsfest. Wenn, wie schon gesagt, einige von ihnen, was besonders für Randolf gilt, zum Teil heute noch für prothetische Zwecke Verwendung finden, so muß dazu gesagt werden, daß die mit dieser und ähnlichen Legierungen erzielte Verbilligung des Zahnersatzes durch so viele Nachteile in anderer Beziehung erkauft werden muß, daß sie nicht mehr verantwortet werden kann. Daß diese Legierungen außerdem verhältnismäßig, d. h. für unsere Zwecke schwer verarbeitbar sind, vervollständigt nur das Bild ihrer gänzlichen Uneignung als Goldersatzmetalle. In allen Punkten erweisen sie sich den Palliaglegierungen weit unterlegen, so daß es sich erübrigt, weiter darauf einzugehen. Man hat dann weiterhin, dem Erfolg schon etwas näher kommend, versucht, das Silber zur Grundlage der Goldersatzmetalle zu machen und Legierungen verschiedenster Art geschaffen, ebenso wie man auch reines Silber für prothetische Zwecke ausprobiert hat. Infolge seiner Weichheit und seiner leichten Verfärbung durch Schwefel-

wasserstoff ist aber reines Silber nicht zu verwenden. Auch treten bei manchen Patienten Reizerscheinungen auf. Silberzinnlegierungen unter dem Namen Würzburger Weißmetall bekannt, haben sich ebenfalls als zu weich erwiesen. Die Chekolegierung Schoenbeck's, bestehend aus 89% Ag, 10% Sn und 1% Pt, zeigt homogene Mischkristalle und erwies sich als korrosionsfest. Dagegen verfärbten sie sich infolge des hohen Silbergehaltes durch H_2S. Hier sehen wir schon weitgehende Annäherungen der Eigenschaften an unsere Palliaglegierungen, die aber infolge des geringen Silbergehaltes weit weniger Verfärbungen ausgesetzt und damit dem Chekometall überlegen sind. An reinem Silber-Platinlegierungen ist „Dental Alloy" zu erwähnen und ebenfalls als Prothesenmaterial verwandt worden, bestehend aus drei bis fünf Teilen Silber und einem Teil Platin. Auch hier waren Verfärbungen bei einem Zuviel an Silber infolge des Schwefelwasserstoffes die Regel. Hinzu kommt, daß diese Legierungen durch die Komponente Platin etwas für ein Goldersatz sehr Wichtiges vermissen ließen, den billigen Preis. — Also kann auch von den verschiedenen Silberlegierungen gesagt werden, daß sie durch Palliag übertroffen werden und zwar z. T. durch die Härte, z. T. durch größere Sicherheit gegen Verfärbungen und zum dritten durch einen mäßigen Preis.

Es bleibt uns noch ein Vergleich übrig und zwar zwischen Palliag und dem „rostfreiem Stahl" der Firma Krupp. Dieser Chromnickelstahl, V 2 A Stahl, oder wie er in der Zahnheilkunde gewöhnlich genannt wird, das Wiplametall, hat sich in der Prothetik längst einen hervorragenden Platz gesichert. Seine Festigkeit ist doppelt so groß wie die des Goldes und muß demnach die der Palliaglegierungen noch mehr übertreffen. Aber auch in chemischer Beziehung ist er absolut widerstandsfähig und unterliegt keinerlei Auflösungsvorgängen. Wenn wir noch erwähnen, daß eine Druckgefahr ausgeschlossen ist und das Gewicht nur etwa die Hälfte des Goldes beträgt, so sind das alles Vorteile, an die die Palliaglegierungen nicht heranreichen. Da jedoch der rostfreie Stahl nur schwer und nur mit Hilfe der Spezialapparate bearbeitbar ist, und weiterhin als Folge davon sehr hoch bezahlt werden muß, wird er wenigstens in diesen seinen Eigenschaften von den Palliaglegierungen übertroffen. Gegenüber seinen sonstigen hervorragenden Eigenschaften fällt das jedoch kaum in das Gewicht. Wenn die Kosten der Herstellung einer Prothese aus rostfreiem Stahl es zuließen, eine solche billiger als die gleiche Goldprothese herzustellen, so unterliegt keinem Zweifel, daß der Chromnickelstahl der ideale Goldersatz sein würde.

Im Endergebnis muß nach all diesen Betrachtungen gesagt werden, daß Palliag viele vorteilhafte Eigenschaften besitzt, die

für eine zahnärztliche Legierung gefordert werden müssen, daß es aber an die Goldlegierungen nicht heranreicht. Ein vollständiger Ersatz des Goldes kommt also, trotzdem Palliag mit Recht als das im Vergleich zu den anderen Legierungen mit Ausnahme des rostfreien Stahls erfolgreichste Goldersatzmetall angesehen werden kann, auch durch diese Legierung noch nicht in Frage. Die relative Materialersparnis kann zwar bei etwa $^2/_5$ des Goldpreises und nahezu $^1/_2$ des spezifischen Gewichtes auf ca. 75% geschätzt werden, aber selbst dabei sind die Ersparnisse bei der ganzen Behandlung wesentlich geringer. Rechnet man mit den Mindestpreisen der Preußischen Gebührenordnung, wie sie für unbemittelte Patienten in Betracht kommen, so wären pro Brückenglied RM. 25.— einzusetzen + 2,5 g Gold oder + 1,3 g Palliag =

RM. 25.— + 2,5 × 2,70 = 31.75 RM.
oder „ 25.— + 1,3 × 1,05 = 26.37 „ d. h.

die Ersparnis beträgt ca. 17%, wenn Vorbehandlung usw. noch garnicht mitgerechnet sind, wodurch sich das Verhältnis noch etwas zu ungunsten des Palliag verschiebt. Der durch Palliag zu erzielende Gewinn ist also verhältnismäßig klein. Nur wo auch er noch eine Rolle spielt, wird man also von Palliag Gebrauch machen. Die Zahl der hier in Betracht kommenden Fälle wird man aber nicht allzu hoch einschätzen dürfen, zumal das Gold wie gesagt, auch noch Vorteile besitzt. Anzuerkennen bleibt aber unbedingt, daß Palliag eine Legierung ist, die den zu stellenden Ansprüchen grundsätzlicher Art Rechnung trägt.

Am Schlusse meiner Arbeit gestatte ich mir, Herrn Professor Dr. Greve für die Zuweisung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis.

Lewald: Die neue Palladium-Silberlegierung „Palliag" in der Zahnheilkunde. Ztschr. f. Stomatologie H. 23 1932

Schoenbeck: Kurzer Leitfaden der zahnärztlichen Metallkunde.

Lebenslauf.

Am 23. November 1907 wurde ich als Sohn des Volksschullehrers Oskar Schröter und seiner Ehefrau Maria, geb. Fache in Rothsürben Kreis Breslau geboren.

Ich besuchte mit einer Unterbrechung von zwei Jahren, während der ich im kaufmännischen Beruf tätig war, das Staatl. St. Matthiasgymnasium zu Breslau und legte dort Ostern 1929 die Reifeprüfung ab.

In meinem ersten Studiensemester, dem S. S. 1929, studierte ich Medizin und vom W. S. 1929/30 ab Zahnheilkunde. Nach dem W. S. 1930/31 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung mit gut und im Herbst 1932 die Staatsprüfung mit derselben Note. Meine gesamte Studienzeit habe ich in Breslau absolviert.